



Trabalho de Conclusão

Predação de operárias de *Ectatomma opaciventre* Roger (Hymenoptera: Formicidae) sobre *Hermetia illucens* L. (Diptera: Stratiomyidae)

Hugo Ribeiro Moleiro[✉], Edilberto Giannotti^{ID} & Viviane Cristina Tofolo

Universidade Estadual Paulista (Unesp), Rio Claro, SP, Brasil.

Entomology Beginners, vol. 4: e055 (2023)

Resumo. *Ectatomma opaciventre* Roger é uma espécie de formiga cujas presas incluem espécies de moscas, no entanto, não se conhecia os comportamentos empregados pelas operárias em sua predação. Neste trabalho, foi elaborado um etograma da predação sobre larvas e adultos da mosca *Hermetia illucens* L. por operárias de *E. opaciventre*. Foram coletados indivíduos de três ninhos de *E. opaciventre*, sendo posteriormente transferidos para ninhos artificiais. Para cada um deles, foram oferecidas larvas e adultos vivos de moscas. A partir das observações, em um contexto de predação, os comportamentos observados que apresentavam funções semelhantes foram agrupados em categorias, com quatro delas tendo sido observados na predação sobre larvas e todas as oito na predação sobre adultos. As larvas não chegaram a ser predadas de fato (os comportamentos agressivos, realizados pelas formigas, aparentam estar relacionados à defesa do ninho), porém as moscas adultas serviram realmente como alimento.

Palavras-chave: Formigas poneromorfas; interações; mosca soldado negra; moscas decompositoras; sequência comportamental.

Predation of workers of *Ectatomma opaciventre* Roger (Hymenoptera: Formicidae) on *Hermetia illucens* L. (Diptera: Stratiomyidae)

Abstract. *Ectatomma opaciventre* Roger is a species of ant whose prey includes species of flies, however, the behaviors employed by workers in their predation were not known. In this article, an ethogram of predation on larvae and adults of the fly *Hermetia illucens* L. by workers of *E. opaciventre* was elaborated. Individuals were collected from three *E. opaciventre* nests and later transferred to artificial nests. For each of them, live fly larvae and adults were offered. From the observations, in a context of predation, observed behaviors that had similar functions were grouped into categories, with four of them having been observed in predation on larvae and all eight in predation on adults. The larvae were not actually preyed on (the aggressive behavior performed by the ants appears to be related to nest defense), but the adult flies, in fact, served as food.

Keywords: Behavioral sequence; black soldier fly; decomposer flies; interactions; poneromorph ants.

O sucesso reprodutivo dos insetos sociais está intimamente associado à sua capacidade de obter alimento (LESCROËL et al., 2010). A grande variedade de estratégias de forrageamento e captura de presas nesses animais resulta de pressões seletivas que agem tanto em nível individual quanto de colônia (DORNHAUS e POWELL, 2009). Entre muitas espécies do gênero *Ectatomma* Smith (Hymenoptera: Formicidae), essa busca por alimento é frequentemente feita de forma solitária pelas operárias (OSTWALD et al., 2018). Grande parte de suas presas são insetos vivos (TOFOLO et al., 2011), geralmente capturados pela cabeça (com o uso das mandíbulas) e ferroados nos primeiros segmentos torácicos (TOFOLO e GIANNOTTI, 2009).

As espécies da subfamília Ectatomminae têm grande parte de sua dinâmica comportamental ainda pouco estudada. Talvez por, em geral, não serem causadoras de dano direto ao homem. No entanto, sua importância ecológica é bem conhecida, se tratando de um grupo de espécies predadoras que pode atuar

no controle populacional de outros insetos (ZARA E CAETANO, 2010).

A espécie *Ectatomma opaciventre* Roger é encontrada no Norte da Argentina e Sul e Sudeste do Brasil (KEMPF, 1972). Como outras espécies do mesmo gênero, pode ser predadora ou coletora de restos de animais (MIGUEL e DEL-CLARO, 2005; TOFOLO et al., 2011), não utilizando nenhum tipo de recrutamento durante o forrageamento (PIE, 2004). Formigas desse gênero foram registradas predando diferentes espécies de moscas em carcaças de vertebrados (ZARA e CAETANO, 2010). Entretanto, os mecanismos utilizados por elas durante a predação ainda são desconhecidos.

Uma espécie também encontrada em carcaças de animais, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, é a mosca *Hermetia illucens* L. (Diptera: Stratiomyidae) (ROSA et al. 2009; GAEDKE e MOUGA, 2017). Essa espécie, além de utilizada na entomologia forense para estimativas de intervalo pós-morte (PUJOL-LUZ et al.,

Editado por:

Mateus Aparecido Clemente

Histórico Editorial:

Recebido em: 20.04.2023

Aceito em: 12.06.2023

Publicado em: 26.06.2023

✉ Autor Correspondente:

Hugo Ribeiro Moleiro

hu.gomoleiro@hotmail.com

Agência(s) de Fomentos:

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

2008), tem potencial de uso no manejo de resíduos orgânicos (KIM et al., 2021) e como fonte de proteína para criação de animais (WANG e SHELOMI, 2017). Suas larvas atingem até 30 mm, enquanto os adultos de 13 a 20 mm (MAY, 1961). Este trabalho busca responder quais os comportamentos realizados pelas operárias de *E. opaciventre* durante a predação de larvas e adultos da mosca *H. illucens*.

Foram coletados três ninhos de *E. opaciventre* no município de Rio Claro, estado de São Paulo, Brasil; cuja localização foi feita seguindo-se uma operária até a entrada do seu ninho. Após, o solo foi escavado até 1 m de profundidade, à 30 cm da entrada do ninho. Em seguida, foram realizadas escavações laterais em direção às câmaras. Os três ninhos apresentaram ausência de adultos e rainhas, divergindo no número de operárias (26, 19 e 23, no primeiro, segundo e terceiro ninho, respectivamente), larvas (40 indivíduos no segundo ninho) e pupas (segundo ninho com quatro pupas; terceiro ninho com três pupas).

Os indivíduos foram transferidos para um laboratório no campus de Rio Claro da Universidade Estadual Paulista (UNESP), abrigados em ninhos de gesso, conforme descrito por Antonialli-Junior e Giannotti (1997) e colocados dentro de caixas de vidro. A área localizada no interior da caixa e externa ao ninho foi denominada de "arena de forrageamento", sendo que neste local, a cerca de 30 cm da entrada do ninho, foram oferecidas larvas de último instar e adultos vivos de *H. illucens*.

Durante 12 meses foram realizadas 97 h de observação, sendo 72 h para as larvas (88 observações) e 25 h para os adultos (33 observações), sempre no período diurno, quando há maior atividade forrageadora dessa espécie (PIE, 2004). As observações e análises dos comportamentos foram realizadas através de filmagens de vídeo, desde a captura da presa até a sua divisão entre os membros da colônia e o descarte dos restos, ou até serem completados 120 minutos de observação.

Foi elaborado um etograma contendo os atos comportamentais realizados pelas formigas, com os mesmos agrupados em categorias de acordo com sua função. Além do cálculo da frequência dos comportamentos isolados, foi calculada também as frequências da sequência em que os comportamentos ocorreram, dessa maneira foi possível compreender melhor o contexto de cada ato comportamental na predação, verificando-se possíveis padrões de comportamento existentes nesse processo.

As oito categorias comportamentais de *E. opaciventre* (quatro observadas na predação das larvas e oito observadas contra adultos de *H. illucens*) são listadas abaixo:

Inspeccionar (INS): utilizar antenas ou aparato bucal para tocar a presa.

Morder (MOR): utilizar as mandíbulas para agarrar a presa.

Virar a presa (VIR): utilizar as pernas e a mandíbula para rolar a presa no substrato. No caso da predação de larvas, este comportamento sempre visou colocar a presa com a porção ventral para cima sendo acompanhado de uma mordida. Contra as presas adultas não houve um padrão de comportamento similar ao que ocorreu com as larvas, e sempre foi acompanhado do comportamento de inspeção com as antenas.

Ferroar (FER): introduzir o ferrão na presa enquanto a morde. Nas larvas, a introdução do ferrão foi realizada apenas nos segmentos posteriores. Nas moscas adultas ela ocorria em qualquer parte do corpo, inclusive nas asas, o que pode ser uma tentativa das operárias em ferroar o tórax ou o abdome da mosca enquanto ela se debatia.

Transportar a presa (TRA): utilizar as mandíbulas para movimentar as presas de um local a outro da arena de forrageamento, do interior do ninho, ou de um desses locais para o outro. Comportamento observado apenas na predação

de adultos.

Arrancar partes da presa (ARR): utilizar as mandíbulas para retirar partes da presa, seja para ingeri-las ou descartá-las. As primeiras partes a serem arrancadas eram asas e pernas, assim como observado na predação sobre *Chrysomya albiceps* Wiedemann (Diptera: Calliphoridae) (TOFOLO e GIANNOTTI, 2009) e, posteriormente, porções do tórax e do abdome. A cabeça não teve fragmentos arrancados. Comportamento observado apenas no interior do ninho na predação de adultos.

Morder partes arrancadas da presa (MPA): agarrar com as mandíbulas partes já arrancadas da presa. Este comportamento sempre foi seguido de "transporte de parte arrancadas da presa" (TPA). Comportamento observado apenas no interior do ninho na predação de adultos.

Transportar partes arrancadas da presa (TPA): utilizar as mandíbulas para erguer partes arrancadas da presa e levá-las de um ponto a outro do ninho ou da arena de forrageamento. Observado apenas no interior do ninho na predação de adultos.

Os atos comportamentais mais frequentes foram aqueles da categoria INS, tanto em larvas quanto em adultos. No caso da predação de larvas, essa frequência atingiu quase 98% do total dos comportamentos, com os segmentos médios sendo os mais inspecionados. As mordidas, por sua vez, ocorreram principalmente nos segmentos posteriores, e as ferroadas exclusivamente nos posteriores.

Na predação de adultos, INS também foi a mais frequente (73,2% na arena de forrageamento e 78,0% no interior do ninho), com o tórax sendo a parte do corpo mais inspecionada pelas antenas. Ao utilizarem o aparato bucal, houve preferência pela cabeça (quando a presa se encontrava na arena de forrageamento) e pelo tórax (quando ela já havia sido transportada para o interior do ninho).

A categoria MOR foi mais observada contra a cabeça e abdome da presa. Porém, quando a mosca estava no interior do ninho, os locais mais mordidos foram as pernas, possivelmente denotando um comportamento anterior ao de arrancá-las do corpo da presa.

As ferroadas ocorreram quase exclusivamente na arena de forrageamento, na maioria das vezes direcionadas para o tórax da mosca, semelhante ao encontrado na predação sobre *C. albiceps* (TOFOLO e GIANNOTTI, 2009). O transporte da presa (TRA) era realizado preferencialmente pela cabeça, tanto na arena quanto no interior do ninho, enquanto as partes mais frequentemente arrancadas eram as asas. Os comportamentos TRA, MPA e TPA foram realizados exclusivamente no interior dos ninhos.

Na Tabela 1 encontram-se as frequências relativas das categorias comportamentais da predação de larvas. Na predação de adultos (Tabela 2) foram contabilizados separadamente os comportamentos realizados na arena de forrageamento e no interior do ninho. As larvas não foram transportadas até o ninho em nenhuma das observações.

De maneira geral, o comportamento das operárias em relação as larvas de *H. illucens* apresenta o seguinte padrão: aproximação da presa com a consequente inspeção da mesma com o auxílio das antenas, em seguida, a operária interrompe o comportamento e se afasta da larva. Essa sequência pode ser retomada diversas vezes ao longo de uma única observação. Em alguns casos, após a inspeção, a operária morde a larva que, ao se debater, é ferroadada e novamente inspecionada com as antenas, concluída com o afastamento definitivo da operária.

Em relação às presas adultas a sequência mais frequente foi similar: aproximação, seguida de inspeção com as antenas e interrupção do comportamento, podendo retomar esta sequência diversas vezes ao longo da observação. Neste processo, a mosca adulta podia realizar pequenos voos lentos

e rasantes após ser tocada pela operária. Nos casos em que ela era efetivamente capturada, podia ser transportada para o interior do ninho ou abandonada na arena de forrageamento. Quando a presa era abandonada verificou-se que a operária, após a aproximação e inspeção com as antenas, realizava um ataque rápido com mordidas, principalmente na região do abdome ou da cabeça, com conseqüente picada do ferrão na região do tórax. Logo que a presa ficava imóvel ela era solta pela operária, a qual se afastava da presa.

Tabela 1. Frequências relativas das categorias comportamentais de *E. opaciventre* observadas na predação sobre larvas de *H. illucens*.

Categorias comportamentais	Larvas
Inspeccionar (INS)	0,9776
Morder (MOR)	0,0134
Virar a presa (VIR)	0,0045
Ferroar (FER)	0,0045
Total	1,0000

Tabela 2. Frequências relativas das categorias comportamentais de *E. opaciventre* observadas na predação sobre adultos de *H. illucens*.

Categorias comportamentais	Frequência relativa	
	Arena de forrageamento	Interior do ninho
Inspeccionar (INS)	0,7316	0,7800
Morder (MOR)	0,1158	0,1624
Virar a presa (VIR)	0,0053	0,0017
Ferroar (FER)	0,1105	0,0051
Transportar (TRA)	0,0368	0,0186
Arrancar (ARR)	-	0,0169
Morder partes arrancadas da presa (MPA)	-	0,0118
Transportar partes arrancadas da presa (TPA)	-	0,0034
Total	1,0000	1,0000

Nos casos em que a mosca era levada até o ninho, a operária, após ferroá-la, transportava-a até as câmaras usando as mandíbulas. Posteriormente, ela poderia ser abandonada ou se iniciava uma nova seqüência, com uma operária mordendo a presa e mutilando-a. Neste momento, a seqüência era novamente interrompida com o afastamento da operária e retomada com a aproximação de uma formiga que morde as partes arrancadas da presa e as transportava para outra câmara.

Em contrapartida, houve observações em que as operárias ignoravam as larvas e adultos de *H. illucens* não interagindo com elas. Foram observadas 52 ausências de interações nas 121 observações realizadas (43,0%), sendo percebidas 32 delas no caso das larvas (36,4%) e 20 com os adultos (60,6%).

A predação de adultos se mostrou mais intrincada, como pode ser visto pela variedade de seqüências observadas e pelo fato de categorias comportamentais como MOR, FER e TRA, tipicamente relacionadas à agressividade e à defesa, serem mais frequentemente ou exclusivamente observadas contra moscas adultas. Isso nos leva a crer que o adulto de *H. illucens* seja uma presa mais atrativa para as operárias, embora mais difícil de ser capturada devido à sua capacidade de voo. Algo semelhante já foi observado quando outras espécies de formiga interagem com larvas e adultos de *H. illucens*, como no caso de *Odontomachus bauri* (subfamília Ponerinae) em que mordidas, ferroadas e transporte da mosca ocorrem principalmente na interação com adultos (MOLEIRO et al., 2022).

A larva, por sua vez, pode não ter sido identificada como um recurso alimentar pelas operárias, já que não foi observada predação de fato contra elas. Mais estudos seriam necessários para investigar os motivos dessa diferenciação no comportamento das operárias. É possível que a presença de cerdas no corpo da larva dificulte sua "manipulação" pelas operárias, fato que poderia explicar o comportamento de virá-la com a face ventral (com menor concentração de cerdas) para cima antes de mordê-la. Esse mesmo comportamento também foi observado no trabalho citado anteriormente, em *O. bauri* (MOLEIRO et al., 2022).

Assim como constatado por Tofolo e Giannotti (2009) na predação de *E. opaciventre* sobre *C. albiceps*, notou-se que a maior parte das ferroadas sobre moscas adultas eram direcionadas para a cabeça ou tórax, provavelmente para atingir seu sistema nervoso e imobilizá-la, como visto em outras interações entre formigas predadoras e suas presas (CERDÁ e DEJEAN, 2011), facilitando, assim, o transporte e retirada de partes que possam ser usadas como alimento.

De acordo com Tofolo e Giannotti (2009), os ataques das operárias sobre adultos de *C. albiceps* foram inicialmente realizados de maneira individual, devido ao tamanho da presa ser compatível à capacidade de transporte da operária e a distância até ao ninho ser curta, uma vez que operárias de *E. opaciventre* costumam forragear, em média, a pouco mais de 2 m de distância do ninho (TOFOLO et al., 2011). O mesmo foi observado neste trabalho durante a predação de *H. illucens* por *E. opaciventre*. A estratégia de *tandem-running* (recrutamento observado em algumas espécies de formiga, consistindo em uma operária seguindo outra entre dois locais, por meio de contato direto das antenas de uma com a parte posterior do corpo da outra (FRANKLIN, 2014)) não foi observada em nenhuma situação durante a predação, assim como nenhum outro tipo de recrutamento aparente. Mesmo padrão observado por Pie (2004), mostrando que em *E. opaciventre* parece preponderar a estratégia de forrageamento difuso.

O fato de, em alguns casos, os indivíduos de *H. illucens* terem sido ferroados por uma operária, mas não serem transportados para o ninho e nem utilizadas como alimento, permite levantar algumas hipóteses que precisam ser mais bem estudadas. Por exemplo, se nestas situações, o comportamento das operárias pode estar relacionado mais a uma estratégia de defesa do ninho contra um potencial invasor do que à predação.

A alta frequência de observações sem registro de predação pode ser conseqüência da ausência de rainhas nos ninhos coletados e do baixo número de larvas durante a maior parte do experimento. Sabe-se que alimentos altamente proteicos, como as presas utilizadas neste experimento, são principalmente utilizados para alimentar larvas e rainhas, enquanto as operárias consomem, em geral, alimentos ricos em carboidratos (DUSSUTOUR e SIMPSON, 2009). Por conta disso, a quantidade de alimento coletada quando larvas estão presentes no ninho costuma ser maior do que na ausência delas (DUSSUTOUR e SIMPSON, 2009).

Foram observadas diferenças consideráveis entre os comportamentos de predação sobre as larvas e adultos de *H. illucens*. De fato, não se pode considerar a larva como uma presa, visto que os comportamentos realizados sobre elas parecem estar relacionados à defesa do ninho contra um animal invasor, porém as moscas adultas realmente são alvos de predação (mesmo sendo capazes de voar). Embora não ocorra uma seqüência fixa no comportamento de defesa contra larvas e na predação sobre adultos de *H. illucens*, foram registradas algumas tendências no comportamento das operárias em ambos os casos.

O fato de operárias de *E. opaciventre* serem potenciais predadoras destas moscas, com ambas habitando os mesmos ambientes, podem torná-la uma espécie relevante para estudos

de sucessão e exclusão de espécies de interesse forense, bem como para estudos de dinâmica populacional e combate a predadores em ambientes onde a presença de indivíduos de *H. illucens* é desejável.

REFERÊNCIAS

- ANTONIALLI-JUNIOR, W. F.; GIANNOTTI, E. Nest architecture and population dynamics of the Ponerinae ant *Ectatomma opaciventre* Roger (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Advanced Zoology**, v. 18, n. 2, p. 64-71, 1997.
- CERDÁ, X.; DEJEAN, A. Predation by Ants on Arthropods and Other Animals. pp. 39-78. In: POLIDORI, C. (Ed.). **Predation in the Hymenoptera: An Evolutionary Perspective**. Kerala: Transworld Research Network, 2011. 245 p.
- DORNHAUS, A.; POWELL, S. Foraging and Defence Strategies in Ants. pp. 210-230. In: LACH, L. et al. (Eds.). **Ant Ecology**. Oxford: Oxford University Press, 2009. 422 p.
- DUSSUTOUR, A.; SIMPSON, S. J. Communal Nutrition in Ants. **Current Biology**, Cambridge, EUA, v. 19, n. 9, p. 740-744, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.03.015>
- FRANKLIN, E. L. The journey of tandem running: the twists, turns and what we have learned. **Insectes Sociaux**, v. 61, n. 1, p. 1-8, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00040-013-0325-3>
- GAEDKE, A.; MOUGA, D. M. D. S. Diptera survey in human corpses in the north of the state of Santa Catarina, Brazil. **Acta Biologica Catarinense**, v. 4, n. 1, p. 42-51, 2017. DOI: <https://doi.org/10.21726/abc.v4i1.488>
- KEMPF, W. W. Catálogo abreviado das formigas da região neotropical (Hymenoptera: Formicidae). **Studia Entomologica**, v. 15, n. 1, p. 3-344, 1972.
- KIM, C. H.; RYU, J. H.; LEE, J. K.; KO, K. Y.; LEE, J. Y.; PARK, K. Y.; CHUNG, H. G. Use of black Soldier fly larvae for food waste treatment and energy production in Asian countries: a review. **Processes**, v. 9, n. 1, p. 161, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr9010161>
- LESCROËL, A.; BALLARD, G.; TONIOLO, V.; BARTON, K. J.; WILSON, P. R.; LYVER, P. O.; AINLEY, D. G. Working less to gain more: When breeding quality relates to foraging efficiency. **Ecology**, v. 91, n. 7, p. 2044-2055, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1890/09-0766.1>
- MAY, B. M. The occurrence in New Zealand and the life-history of the soldier fly *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae). **New Zealand Journal of Science**, v. 4, p. 55-65, 1961.
- MIGUEL, T. B.; DEL-CLARO, K. Polietismo etário e repertório comportamental de *Ectatomma opaciventre* Roger, 1861 (Formicidae, Ponerinae). **Revista Brasileira de Zociências**, v. 7, p. 297-310, 2005.
- MOLEIRO, H. R.; GIANNOTTI, E.; TOFOLO, V. C. Comportamento predatório de operárias de *Odontomachus bauri* (Hymenoptera: Formicidae) sobre *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). **Brazilian Journal of Science**, v. 1, n. 8, p. 7-23, 2022. DOI: <http://doi.org/10.14295/bjs.v1i8.146>
- OSTWALD, M. M.; RUZI, S. A.; BAUDIER, K. M. Ambush predation of stingless bees (*Tetragonisca angustula*) by the solitary-foraging ant *Ectatomma tuberculatum*. **Journal of Insect Behavior**, v. 31, p. 503-509, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10905-018-9694-9>
- PIE, M. R. Foraging ecology and behaviour of the ponerinae ant *Ectatomma opaciventre* Roger in a Brazilian savannah. **Journal of Natural History**, v. 38, n.13, p. 717-729, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1080/0022293021000041699>
- PUJOL-LUZ, J. R.; FRANCEZ, P. A. C.; URURAHY-RODRIGUES, A.; CONSTANTINO, R. The black soldier-fly, *Hermetia illucens* (Diptera, Stratiomyidae), used to estimate the postmortem interval in a case in Amapá state, Brazil. **Journal of Forensic Sciences**, v. 53, n. 2, p. 476-478, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2008.00659.x>
- ROSA, T. A.; BABATA, M. L. Y.; SOUZA, C. M.; SOUSA, D.; MELLO-PATIU, C. A.; MENDES, J. Dípteros de interesse forense em dois perfis de vegetação de cerrado em Uberlândia, MG. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 6, p. 859-866, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1519-566x2009000600022>
- TOFOLO, V. C.; GIANNOTTI, E. Comportamento predatório de *Ectatomma opaciventre* (Hymenoptera: Formicidae) sobre a mosca varejeira *Chrysomya albiceps* (Diptera: Calliphoridae). In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 19. **Anais...** Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2009. p. 214-221.
- TOFOLO, V. C.; GIANNOTTI, E.; MOLEIRO, H. R.; SIMÕES, M. R. Diet and Spatial Pattern of Foraging in *Ectatomma opaciventre* (Hymenoptera: Formicidae) in an Anthropic Area. **Sociobiology**, v. 58, n. 3, p. 607-619, 2011.
- WANG, Y. S.; SHELOMI, M. Review of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Animal Feed and Human Food. **Foods**, v. 6, n. 10, p. 91, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods6100091>
- ZARA, F. J.; CAETANO, F. H. Mirmecologia e formigas que ocorrem em Carcaça. pp. 237-269. In: GOMES, L. (Org.). **Entomologia Forense: novas tendências e tecnologias nas ciências criminais**. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, v. 1, 2010. 526p.